

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-42136

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和64年(1989)2月14日

H 01 L 21/52

E-8728-5F

D-8728-5F※

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置の製法

⑯ 特 願 昭62-198838

⑰ 出 願 昭62(1987)8月7日

⑱ 発 明 者 田 中 宗 和 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電気工業株式会社内  
⑲ 発 明 者 三 好 孝 典 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電気工業株式会社内  
⑳ 発 明 者 山 口 勝 彦 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電気工業株式会社内  
㉑ 発 明 者 井 上 直 樹 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電気工業株式会社内  
㉒ 出 願 人 日東電気株式会社 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号  
㉓ 代 理 人 弁理士 西 藤 征 彦

最終頁に続く

明 細 書

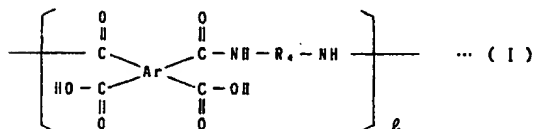
1. 発明の名称

半導体装置の製法

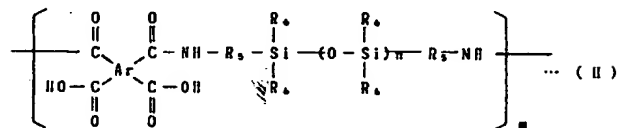
2. 特許請求の範囲

(1) 半導体素子固着部にポリイミド系接着剤を介して半導体素子を載置し加熱処理して固着するに際し、上記加熱処理を遠赤外線照射によつて行うことを特徴とする半導体装置の製法。

(2) ポリイミド系接着剤が、下記の式(Ⅰ)で表されるポリイミド前駆体および式(Ⅱ)で表されるポリイミド前駆体を主成分とするものである特許請求の範囲第1項記載の半導体装置の製法。



(以下余白)



式(Ⅰ)および式(Ⅱ)において、Arは芳香族テトラカルボン酸の有価残基を示し、R<sub>s</sub>は珪素不含ジアミンの二価残基、R<sub>a</sub>は二価の有機基、R<sub>b</sub>は一価の有機基を示し、nは1~1000の整数、l, mはともに正の整数でm/(l+m)=0.001~0.5である。

(3) ポリイミド系接着剤に導電性充填剤が添加されている特許請求の範囲第1項または第2項記載の半導体装置の製法。

(4) 導電性充填剤が、金属粉末、上記金属の合金粉末および上記金属の酸化物粉末からなる群から選択された少なくとも一つである特許請求の範囲第3項記載の半導体装置の製法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、信頼性の優れた半導体装置の製法

に関するものである。

(従来の技術)

従来から、半導体装置の製法においては、リードフレームのダイパッドに半導体素子をポリイミド系接着剤によつて固着し、ついで封止樹脂等によつて半導体素子を封止したのち、リードフレームの枠部分を切断して個々の半導体装置化することが行われている。上記製法において、ダイパッドに半導体素子を固着させる方法としては、ダイパッドの素子固着面にポリイミド前駆体を主体とするポリイミド系接着剤を塗布したのち半導体素子を載置し、これを加熱し上記接着剤に対して乾燥、イミド化反応を生起させ硬化させるということによつて行われている。上記加熱は一般に熱風対流式加熱炉中で行われ、加熱処理条件は200～300℃で30～120分というものであり、かなりの長時間を要している。そして、この加熱により上記イミド化反応が生起し完結する。このように熱風対流式の加熱炉中において加熱する場合には、長時間を要するため、生産性、作業性等

の点において問題が生じる。また、上記のような長時間の苛酷な熱履歴により、半導体素子自体の劣化を招くというような難点も生じている。さらに、上記のような熱風対流式の加熱炉中における加熱では、ポリイミド系接着剤に対して、表面から内部への熱の伝達が遅くなるため、表面-内部間における熱勾配が大きくなり、硬化状態において表面-内部間で差が生じ、表面の硬化皮膜化による溶媒の内部残存や、イミド化時に発生する水の内部残存等に起因する発泡が生じ、半導体素子の適正な固着が損なわれるという問題が生じている。

(発明が解決しようとする問題点)

ところで、上記のような熱風対流式の加熱炉を用いる加熱方法の欠点を除去することを目的として、誘電加熱等の方法が提案されている。しかしながら、上記のような方法は、汎用性に欠け、かつ設備費の問題や作業性、生産性に問題を残している。

この発明は、このような事情に鑑みなされたも

ので、作業性、生産性に優れ、かつ多額の設備費を要さず、効率的に半導体装置を製造する方法の提供を目的とする。

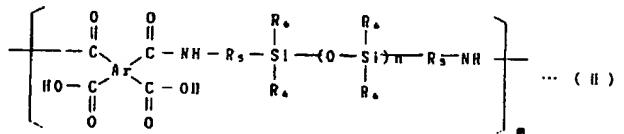
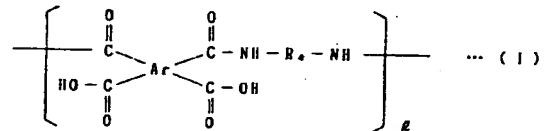
(問題点を解決するための手段)

上記の目的を達成するため、この発明の半導体装置の製法は、半導体素子固着部にポリイミド系接着剤を介して半導体素子を載置し加熱処理して固着するに際し、上記加熱処理を遠赤外線照射によつて行うという構成をとる。

すなわち、本発明者らは、上記従来の問題を解決するため一連の研究を重ねる過程で、誘電加熱のようにポリイミド系接着剤を内面から硬化させることが有効であり、問題のある誘電加熱方式に代わる加熱方式を検討した結果、遠赤外線照射方式が極めて有効であることを見だしこの発明に到達した。

この発明は、ポリイミド前駆体主体の有機溶媒溶液からなるポリイミド系接着剤に対して遠赤外線を照射し、加熱、乾燥、イミド化により硬化させるものである。

上記ポリイミド前駆体は、特に制限するものではないが、下記の式(Ⅰ)および(Ⅱ)で示されるものを併用した場合、遠赤外線照射の効果が好適に得られるようになる。



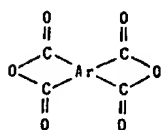
式(Ⅰ)および式(Ⅱ)において、Arは芳香族テトラカルボン酸の四価残基を示し、R<sub>4</sub>は珪素不含ジアミンの二価残基、R<sub>5</sub>は二価の有機基、R<sub>6</sub>は一価の有機基を示し、nは1～1000の整数、x、mはともに正の整数でm/(x+m)=0.001～0.5である。

上記式(Ⅰ)で示されるものは、例えば芳香族

特開昭64-42136(3)

テトラカルボン酸二無水物と珪素不含ジアミンを反応させて得られるものである。

上記芳香族テトラカルボン酸二無水物としては、下記の式



で示される全ての芳香族テトラカルボン酸二無水物を用いることができるが、その代表的なものとしては、ピロメリット酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ベンゾフエノンテトラカルボン酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 3', 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 6, 7-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、1, 2, 5, 6-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、1, 4, 5, 8-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、2, 2'-ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)プロパン二無水物、ビス(3, 4-ジ

カルボキシフェニル)スルホン二無水物、3, 4, 9, 10-ペリレンテトラカルボン酸二無水物、ビス(3, 4-ジカルボキシフェニル)エーテル二無水物、2, 2'-ビス(2, 3-ジカルボキシフェニル)プロパン二無水物、1, 1'-ビス(2, 3-ジカルボキシフェニル)エタン二無水物、ベンゼン-1, 2, 3, 4-テトラカルボン酸二無水物、2, 3, 6, 7-アントラセンテトラカルボン酸二無水物、1, 2, 7, 8-フェナントレンテトラカルボン酸二無水物等があげられる。これらは単独で用いてもよいし2種以上を併用しても差し支えない。

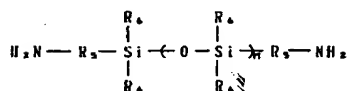
上記芳香族テトラカルボン酸二無水物と反応させる珪素不含ジアミンは、 $R_2N-R_4-NH_2$ で示される芳香族ジアミン、脂肪族ジアミンおよび脂環族ジアミンが含まれる。特に好適なのは芳香族ジアミンであり、その代表的なものとしては、メタフェニレンジアミン、パラフェニレンジアミン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、2, 2'-ビス(

4-アミノフェニル)プロパン、3, 3'-ジアミノジフェニルスルホン、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン、4, 4'-ジアミノジフェニルスルフィド、ベンジジン、ベンジジン-3, 3'-ジカルボン酸、ベンジジン-3, 3'-ジスルホン酸、ベンジジン-3-モノカルボン酸、ベンジジン-3-モノスルホン酸、3, 3'-ジメトキシベンジジン、パラ-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン、メタ-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン、m-キシリレンジアミン、p-キシリレンジアミン等があげられる。これらの化合物は単独で用いてもよいし併用しても差し支えない。

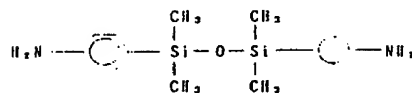
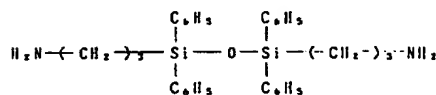
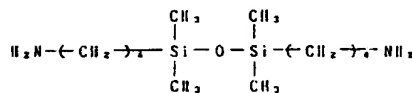
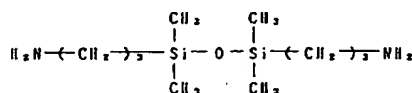
上記式(II)で示されるポリイミド前駆体は、例えば芳香族テトラカルボン酸二無水物とジアミノシロキサンを反応させて得られるものである。

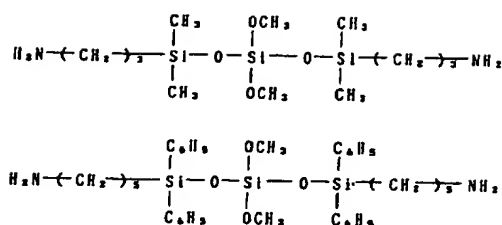
芳香族テトラカルボン酸二無水物は、式(I)で示されるものに使用したものと同様のものが用いられる。

また、上記ジアミノシロキサンは、下記の式



で示される従来公知のものが広く包含され、その代表的なものとしては、





があげられる。

このようなジアミノシロキサンは、得られたポリイミド系接着剤硬化物と半導体素子との界面の密着性を高めることとなる。なお、上記式(Ⅰ)および(Ⅱ)のポリイミド前駆体の合成に際しては、通常、芳香族テトラカルボン酸二無水物と珪素不含ジアミンとジアミノシロキサンとを同時に反応させ上記式(Ⅰ)および(Ⅱ)の前駆体を同時に得ることが行われる。このような場合には、上記ジアミノシロキサンの添加量は、ジアミノシロキサンと前記珪素不含ジアミンの合計添加量の0.1～50モル%に設定するのが好ましく、さらに好適には1～20モル%である。すなわち、0.

このようにして得られるポリイミド前駆体は、上記不活性溶剤に溶解した状態で得られるものであり、その溶液粘度は場合により数十万ポイズにもなる。したがって、後記の導電性充填剤を含有させるとペースト状になり粘度が高くなり過ぎるので、場合によりポリイミド前駆体溶液を40～80℃で加熱、熟成して予め溶液粘度を下げておくのがよい。

なお、ポリイミド前駆体の有機溶媒溶液からなるポリイミド系接着剤に導電性を付与するため導電性充填剤を添加してもよい。上記導電性充填剤としては、Au, Ag, Pd, Pt, Mn, Cu, Ni, Al, Sn, Fe, Co, Cr等の金属粉末、これらの合金粉末、およびRuO<sub>2</sub>, CrO<sub>2</sub>, ZnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PdO, Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, IrO<sub>3</sub>, PbO, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CdO等の酸化物粉末等があげられる。これらの添加物は単独で使用してもよいし2種以上を併用しても差し支えない。

さらに、上記導電性充填剤とカーボングラファイト、カーボンブラックと併用することができる

#### 特開昭64-42136(4)

1モル%未満では殆ど効果がなく、50モル%を超えると耐熱性が低下するからである。

上記のように、芳香族テトラカルボン酸二無水物と珪素不含ジアミンおよびジアミノシロキサンを反応させてポリイミド前駆体を得るには、芳香族テトラカルボン酸二無水物に対して、珪素不含ジアミンおよびジアミノシロキサンの合計量を等モルに設定し、不活性溶剤中で通常60℃以下、特に好ましくは30℃以下において従来公知の方法で重合させることにより行われる。

上記不活性溶剤としては、N-メチル-2-ピロリドン、N, N'-ジメチルアセトアミド、N, N'-ジメチルホルムアミド、N, N'-ジメチルスルホキシド、ヘキサメチルホスホルアミド等の高極性塩基性溶剤が使用できる。さらに、上記溶剤とともに、トルエン、ベンゼン、フェノール、ブチルセロソルブのような汎用溶剤を併用することもできる。なお、上記汎用溶剤の使用量は、生成ポリイミド前駆体の溶解度を低下させない範囲内に設定しなければならない。

そして、導電性充填剤としては、Au粉末、Ag粉末またはAu粉末とPd粉末との混合物が好適であり、最も好適なのはAg粉末である。上記導電性充填剤は、その製法により、樹状粉、鱗片状粉、球状粉、多孔質粉および針状粉等各種の形状になるものであり、そのいずれでも差し支えないが、粒度は100メツシユフリーパスがよく、より好適には325メツシユフリーパスのものである。これら導電性充填剤の使用量は、ポリイミド系接着剤全体の固形分中、通常、60～95重量%、好適には70～90重量%である。このような添加物をポリイミド前駆体の不活性溶剤溶液に混合する方法としては、3本ロール、ボールミル等の分散機を用いるのが好ましいが、高粘度ペーストを分散でき、しかも回収率のよい3本ロールを用いるのが特に好ましい。

この発明の半導体装置の製法は、上記のようなポリイミド前駆体の不活性溶剤溶液からなるポリイミド系接着剤を、第2図に示すようなリードフレーム1のグイパッド2に塗布し、その上に半導

体素子（図示せず）を配置し、遠赤外線を照射することにより行われる。7は外部引き出しリードである。より詳しく説明すると、上記ダイパッド2にポリイミド系接着剤を介して半導体素子が配置固定されたものを遠赤外線加熱炉中に導いて遠赤外線を照射し、上記ポリイミド系接着剤を加熱乾燥イミド化することが行われる。

上記遠赤外線加熱炉中における遠赤外線の照射は、その加熱炉中に備えられている遠赤外線ヒーターから照射される遠赤外線によつて行われる。この遠赤外線のピーク波長はヒーター温度により3〜8 $\mu$ mの間で変化させることができ、そのエネルギー密度は0.1〜5 W/cm<sup>2</sup>、ヒーターと半導体素子の距離は1〜100 cm、照射時間は1分〜2時間、炉内の雰囲気温度は80〜300℃（または350℃）の間で適当に選ぶことができる。また、これらの工程は不活性ガス雰囲気中で行つてもよい。

遠赤外線は一般に3 $\mu$ m〜1mmの波長をもつ電磁波であり、0.75〜3 $\mu$ m領域の波長をもつ近

赤外線と区別される。この遠赤外線による加熱は、その波長がポリイミドの吸収波長とよく一致するため、加熱効率が非常に高い。そのため、従来法である熱風対流式加熱炉と比較して短時間で硬化を行えるという利点をもっている。

また、遠赤外線加熱は従来の熱風対流式加熱炉が対流熱であるのに対して輻射熱による加熱方法であるため、上記第2図に示すように、塗着されたポリイミド系接着剤が半導体素子とダイパッド2とで挟まれ上下の面からは直接遠赤外線が投射されないような状態であつても散乱等の現象でポリイミド系接着剤塗着層の側面から内部に到達し吸収されて熱エネルギーに変わる。したがつて、途中の空気層の温度を上げることなく被加熱物であるポリイミド系接着剤を内部から加熱する。そのため、ポリイミド系接着剤の表面と内部の温度勾配が極めて少なくなるため、硬化もむらなく、かつ歪みをつくることなく硬化が均一に進む。そして、溶媒も内部に残存しにくいため発泡も防止できる。さらに、遠赤外線は、直接、分子の回転

、振動状態を活性化させるため、ポリイミド酸のイミド化時の脱水反応で生成する水分子が他の水分子やポリマーと会合することを防げる。その結果、水分子がより系外へ離脱し易くなることにより、水分子によるポリイミド層の発泡をも防ぐことができるようになる。また、遠赤外線は、分子の回転振動状態を助起し、分子鎖の運動を活性化する。したがつて、分子内縮合反応であるイミド化については、他の分子間反応である熱硬化性樹脂の硬化と比較して反応の加速効果が大となるため、硬化時間等を大幅に短縮できるようになる。

#### 〔発明の効果〕

このように、この発明によれば、半導体素子に悪影響を与えることなく、短時間で半導体素子を固着させるものであり、半導体装置の生産性および作業性を著しく向上させることができる。

つぎに、実施例について比較例と併せて説明する。

#### 〔実施例1〕

攪拌装置、冷却管、温度計および真空置換装置

を付したフラスコ中にN-メチル-2-ピロリドン198.3gを加え、ビス(3-アミノプロピル)テトラメチルジシロキサン0.87g(0.0035モル)、4,4'-ジアミノジフェニルエーテル19.3g(0.0965モル)を仕込み、溶解するまで攪拌した。つぎに、3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物29.4g(0.1モル)を徐々に加えた。上記反応系を30℃以下に保持し、透明粘稠溶液状態になるまで攪拌した。この透明粘稠溶液を60℃で8時間保持しこの加熱・熟成工程後、不揮発固形分20.0重量%、溶液粘度が170ポイズのポリイミド系接着剤（接着剤A）を得た。つぎに、上記方法で得られた接着剤Aを第2図に示すダイパッド2上に塗布し、その上に第1図に示すように、シリコン半導体素子（4mm角チップ）3を配置し軽く圧力を加えて半導体素子3とダイパッド2とをよく密着させる。これを速度が10cm/分であるコンベア上に静置し、ついで全長50cm、射程距離10cm、雰囲気温度250℃である遠赤外線加熱炉中

に導き、半導体素子3とダイパッド2とを接合させた。得られた半導体素子3とダイパッド2の接合部品に従来公知の技術により、リード細線5をボンディングし、さらに公知のトランスファー成形のモールド方法により封止樹脂6を形成し、つぎに、樹脂封止された半導体素子をダイパッド2上に取り付け外部引き出しリード7（第2図参照）のフレーム部を切断し複数のリードフレーム1を有する半導体装置を得た。第1図において、4はポリイミド系接着剤層である。

#### 〔実施例2〕

ビス（3-アミノプロピル）テトラメチルジシロキサンの添加量を1.119g（0.045モル）、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテルの添加量を1.106g（0.055モル）に代えた。それ以外は実施例1と同様にして半導体装置を得た。

#### 〔実施例3〕

ビス（3-アミノプロピル）テトラメチルジシロキサンの添加量を0.0298g（0.00012モル）、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル

銀粉（最大粒径32 $\mu$ m、平均粒径5.1 $\mu$ m）9.66gを加え、これを3本ロールに掛け、銀粉末を含有したポリイミド系接着剤（接着剤C）を得た。つぎに、実施例1と同様の製法で半導体装置を得た。

#### 〔実施例6〕

実施例4で得られた接着剤B100g（固形分19.8g）に、325メツシユフリーバスの鱗片状銀粉（最大粒径32 $\mu$ m、平均粒径3.3 $\mu$ m）9.90gを加え、これを3本ロールに掛け、銀粉末を含有したポリイミド系接着剤（接着剤D）を得た。つぎに、実施例1と同様の製法で半導体装置を得た。

#### 〔実施例7〕

コンベアの速度を25cm/分、雰囲気温度を300℃に代えた。それ以外は実施例1と同様にして半導体装置を得た。

#### 〔実施例8〕

コンベアの速度を25cm/分、雰囲気温度を300℃に代えた。それ以外は実施例4と同様にし

### 特開昭64-42136(6)

の添加量を20.08g（0.09988モル）に代えた。それ以外は実施例1と同様にして半導体装置を得た。

#### 〔実施例4〕

N-メチル-2-ピロリドンの添加量を210.0g、ビス（3-アミノプロピル）テトラメチルジシロキサンの添加量を2.485g（0.01モル）に代え、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテルを4, 4'-ジアミノジフェニルメタン17.82g（0.09モル）、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物を3, 3', 4, 4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物32.2g（0.1モル）に代えた。それ以外は実施例1と同様にして不揮発固形分19.8重量%、溶液粘度が143ポイズのポリイミド系接着剤（接着剤B）を得た。つぎに、実施例1と同様の製法で半導体装置を得た。

#### 〔実施例5〕

実施例1で得られた接着剤A100g（固形分20g）に、325メツシユフリーバスの鱗片状

で半導体装置を得た。

#### 〔実施例9〕

コンベアの速度を5cm/分、雰囲気温度を300℃に代えた。それ以外は実施例5と同様にして半導体装置を得た。

#### 〔実施例10〕

コンベアの速度を25cm/分、雰囲気温度を300℃に代えた。それ以外は実施例6と同様にして半導体装置を得た。

#### 〔比較例1〕

加熱を熱風対流式加熱炉中において、120℃で30分、200℃で1時間行つた。それ以外は実施例1と同様にして半導体装置を得た。

#### 〔比較例2〕

加熱を熱風対流式加熱炉中において、120℃で30分、200℃で1時間行つた。それ以外は実施例4と同様にして半導体装置を得た。

#### 〔比較例3〕

加熱を熱風対流式加熱炉中において、120℃で30分、200℃で1時間行つた。それ以外は

実施例5と同様にして半導体装置を得た。

(比較例4)

加熱を熱風対流式加熱炉中において、120℃で30分、200℃で1時間行つた。それ以外は実施例5と同様にして半導体装置を得た。

(比較例5)

加熱を熱風対流式加熱炉中において、300℃で2分行つた。それ以外は実施例1と同様にして半導体装置を得た。

以上、実施例1～10および比較例1～5で得られた半導体装置の接着力の測定および落下テストを行いその評価結果を下記の表に示す。

(以下余白)

|             | 接着剤     | 硬化温度と時間                       | 接着力(kg)※1 | 落下テスト※2 |
|-------------|---------|-------------------------------|-----------|---------|
| 実<br>施<br>例 | 1 接着剤A  | 250℃におい<br>て5分間               | 20以上      | 0/10    |
|             | 2 接着剤A  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 3 接着剤A  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 4 接着剤B  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 5 接着剤C  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 6 接着剤D  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 7 接着剤A  | 300℃におい<br>て2分間               | 20以上      | 0/10    |
|             | 8 接着剤B  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 9 接着剤C  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 10 接着剤D |                               | 20以上      | 0/10    |
| 比<br>較<br>例 | 1 接着剤A  | 120℃で30<br>分間、さらに2<br>00℃で1時間 | 20以上      | 0/10    |
|             | 2 接着剤B  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 3 接着剤C  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 4 接着剤D  |                               | 20以上      | 0/10    |
|             | 5 接着剤A  | 300℃で2分                       | 1.5       | 10/10   |

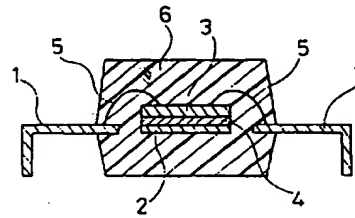
※1：サンプル数各10個についてブッシュプルゲージを用いて剪断応力を測定し、その平均値を示した。  
 ※2：サンプル数各10個について高さ70cmの所から1個のサンプルにつき5回落下させ、半導体素子とダイパッドとが分離した個数を示した。

表から、実施例1～10はこの発明の遠赤外線照射による加熱であり、比較例1～4の従来からの熱風対流式加熱炉で硬化させた場合と比べて短時間の加熱であつたにもかかわらず十分な接着性および強度を示した。また、従来からの熱風対流式加熱炉で硬化させ実施例と同様に短時間の加熱により得られた比較例5品は十分な接着強度が得られなかつた。

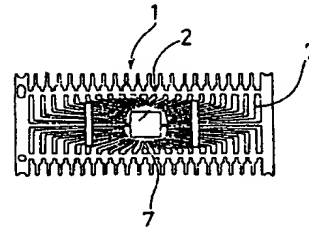
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明による半導体装置の縦断面図、第2図はこの発明による半導体装置の正面図である。

2…ダイパッド 3…半導体素子 4…ポリイミド系接着剤層



第1図



第2図

特許出願人 日東電気工業株式会社  
 代理人 弁理士 西 藤 征 彦

特開昭64-42136(8)

第1頁の続き

|                       |       |           |
|-----------------------|-------|-----------|
| ⑤Int.Cl. <sup>4</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号    |
| // B 23 K 1/12        |       | E-6919-4E |
| C 09 J 3/16           | J G E | 6681-4J   |

|      |         |                                  |
|------|---------|----------------------------------|
| ②発明者 | 日野 敦 司  | 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電気工業株式会<br>社内 |
| ③発明者 | 原 田 千 秋 | 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電気工業株式会<br>社内 |